

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-276113

(43)Date of publication of application : 06.12.1991

(51)Int.Cl.

G02B 13/18
G02B 13/16

(21)Application number : 02-075741

(71)Applicant : SEKINOSU KK

(22)Date of filing : 27.03.1990

(72)Inventor : SHIMODA YOSHIHISA
SEKINE KUMAJIROU

(54) PROJECTION LENS

(57)Abstract:

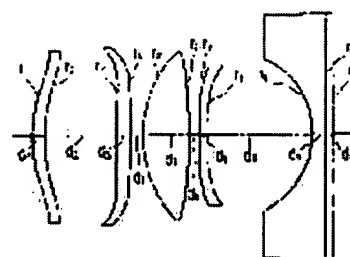
PURPOSE: To obtain a wide-angle and compact lens which is very bright to have $FNO \leq 1.0$ and has a high image forming performance by constituting a lens system of five groups of five lenses and satisfying specific conditions.

CONSTITUTION: The lens system consists of five groups of five lenses, namely, a first positive lens group, a second positive lens group, a third positive lens group having the strongest power of constituting lenses, a fourth negative lens group, and a fifth negative lens group which are arranged in order from the screen side.

This lens system satisfies inequalities I to IV where (f), f_i , n_i , and h_i are the resultant focal length of the whole of the system, the focal length of the i-th lens group, the

refractive index at 20°C of the i-th lens group, and the average height of light on the paraxial tracking axis of the i-th lens group respectively and $VT_i = (n_i - 1) / (n_{0i} - 1)$ is true where n_{0i} and n_{40i} are the refractive index at 0°C of the i-th lens group and that at 40°C of the i-th lens group respectively.

$$\begin{aligned} 1.0 &< \frac{f_1 + f_2}{f} < 3.0 & (I) \\ 0.9 &< \frac{f_2}{f} < 1.3 & (II) \\ -4.0 &< \frac{f_3}{f} < 0 & (III) \\ 2 \times 10^{-3} &< \frac{h_1^2}{f_1^2} + \frac{h_2^2}{f_2^2} < 3 \times 10^{-3} & (IV) \end{aligned}$$



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-276113

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)12月6日

G 02 B 13/18
13/168106-2K
8106-2K

審査請求 有 請求項の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 投影レンズ

⑯ 特 願 平2-75741

⑰ 出 願 平2(1990)3月27日

⑱ 発 明 者 霜 田 芳 久 栃木県佐野市小中町234番地1 セキノス株式会社内
 ⑲ 発 明 者 関 根 熊 二 郎 栃木県佐野市小中町234番地1 セキノス株式会社内
 ⑳ 出 願 人 セキノス株式会社 栃木県佐野市小中町234番地1
 ㉑ 代 理 人 弁理士 斎藤 美晴

明 細 書

1. 発明の名称 投影レンズ

2. 特許請求の範囲

スクリーン側から順に、正の第1群レンズ、正の第2群レンズ、構成レンズ中最もパワーの強い正の第3群レンズ、負の第4群レンズおよびスクリーン側に曲率の強い凹面を向けた負の第5群レンズからなる5群5枚構成であるとともに、第1群レンズ、第2群レンズおよび第4群レンズがそれぞれ少なくとも1面の非球面を含むレンズであって樹脂系材料からなり、

$$(1) \quad 1.0 < \frac{f_1 + f_2}{f} < 3.0$$

$$(2) \quad 0.9 < \frac{f_3}{f} < 1.3$$

$$(3) \quad -4.00 < \frac{f_4}{f} < 0$$

$$(4) \quad 2 \times 10^{-3} < f \cdot \sum_{i=1}^5 \frac{h_i^2}{V_{Ti} f_i} < 3 \times 10^{-3}$$

ここで、

f ; 全系の合成焦点距離

f_i ; 第i群レンズの焦点距離n_i ; 第i群レンズの20℃でのe-lineの

屈折率

h_i ; 第i群レンズの近軸追跡軸上光の平均高さ(但しh₁ = 1)

$$V_{Ti} = \frac{n_i - 0}{n_{0i} - n_{40i}}$$

n_{0i} ; 第i群レンズの0℃でのe-lineの屈折率

n_{40i} ; 第i群レンズの40℃でのe-lineの屈折率

の条件を満足することを特徴とする投影レンズ。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、投影レンズに係り、特に光学的性能が良好であり、広角かつコンパクトで、しかもF_{No} ≤ 1.0と非常に明るいプロジェクタ用の投影レンズに関する。

特開平3-276113(2)

〔従来の技術〕

近年、プロジェクションテレビ（P T Vと略称する）は、テレビ放送の受像のみならず、V T Rやビデオディスク等の電子映像機器の表示装置として、また文字や静止画像等を映すコンピュータ出力のディスプレイ用としての需要が増大している。

そして、P T Vの画質を直視型テレビに近いものとすべく、明るさ、コントラストおよび解像力等の向上が望まれており、性能面以外でもコンパクト化および低コスト化の要望が強まっている。

特に、P T Vの画質は、使用するプロジェクタ用の投影レンズによって左右され、投影レンズの結像性能は、軸上は勿論のこと、周辺にあっても高性能であることが要求される。

また、P T Vのコンパクト化および低コスト化を図るにも、投影レンズのレンズユニットのコンパクト化およびレンズ自体の低コスト化が大きな影響を与える。

従来、投影レンズには、ガラスレンズを多数枚

組み合せたものが使用されていたが、ガラスレンズでは球面レンズしか利用できないので、構成枚数が多くなってしまい、硝材の比重も大きいために軽量化が図れなかった。

ところが、最近では、大口径非球面プラスチックレンズが高精度で安価に生産できるようになったため、ガラスレンズとプラスチックレンズを併用して、光学的性能を維持しつつ、コンパクト化および低コスト化を図った投影レンズが用いられている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、プラスチック素材の線膨張係数は、光学ガラスに比して著しく大きく、温度変化による屈折率の変動も大きい。

このため、プラスチックレンズは、温度変化によるバックフォーカスの変動が大きく、結像性能を低下させてしまい、P T Vの画質を劣化させるという問題があった。

従来のガラスレンズとプラスチックレンズとを併用した投影レンズでも、幾何光学的収差等の光

学的性能を満足させ、広角かつコンパクトで $F_{\#0} \leq 1.0$ の値を有するものは見当たらない。

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、幾何光学的収差等の光学的性能が良好であり、広角かつコンパクトで、しかも $F_{\#0} \leq 1.0$ と非常に明るい投影レンズを提供することを目的とする。

〔課題を解決しようとする手段〕

上記目的を達成するために本発明は、スクリーン側から順に、正の第1群レンズ、正の第2群レンズ、構成レンズ中最もパワーの強い正の第3群レンズ、負の第4群レンズおよびスクリーン側に曲率の強い凹面を向けた負の第5群レンズからなる5群5枚構成であるとともに、第1群レンズ、第2群レンズおよび第4群レンズがそれぞれ少なくとも1面の非球面を含むレンズであって樹脂系材料からなり、

$$(1) \quad 1.0 < \frac{f_1 + f_2}{f} < 3.0$$

$$(2) \quad 0.9 < \frac{f_3}{f} < 1.3$$

$$(3) \quad -4.0 < \frac{f_4}{f} < 0$$

$$(4) \quad 2 \times 10^{-3} < f \cdot \sum_{i=1}^5 \frac{h_i^2}{V_{T1} f_i} < 3 \times 10^{-3}$$

ここで、

f : 全系の合成焦点距離

f_i : 第*i*群レンズの焦点距離

n_i : 第*i*群レンズの20℃でのe-lineの屈折率

h_i : 第*i*群レンズの近軸追跡軸上光の平均高さ（但し $h_1 = 1$ ）

$$V_{T1} = \frac{n_i - 0}{n_{01} - n_{401}}$$

n_{01} : 第*i*群レンズの0℃でのe-lineの屈折率

n_{401} : 第*i*群レンズの40℃でのe-lineの屈折率

の条件を満足するように投影レンズを構成した。

特開平3-276113(3)

〔作用〕

以下、上記条件について説明する。

条件(1)は、本発明のような大口径レンズにおける、主として球面収差、コマ収差の補正に寄与する2つの第1群レンズ、第2群レンズのパワーを制限する条件である。

本発明の投影レンズは、近年の大口径化、コンパクト化、広角化に対応するプロジェクタ用の投影レンズであり第1群レンズ、第2群レンズの2枚の樹脂系レンズが非球面を含むことにより、第1群レンズがレンズ最大口径の5～8割程度の高さを通過する光の球面収差の補正および軸外光に対する下線のコマ収差の補正に寄与し、第2群レンズがレンズ最大口径の近傍の光に対する球面収差の補正に寄与する。

$\frac{f_1 + f_2}{f}$ が30以上になると、即ち正の第1群レンズと正の第2群レンズのパワーが弱いとき、正の第3群レンズに入射する軸上光の光束径が大きくなり、必然的に第3群レンズで発生する球面

する。

一方、 $\frac{f_3}{f}$ が0.9以下になると、この第3群レンズによって発生する球面収差、コマ収差が増大し、第1群レンズ、第2群レンズおよび第4群レンズにより補正ができなくなる。

条件(3)は、負の第4群レンズの焦点距離に対する条件である。

第4群レンズは、近軸附近で比較的パワーの小さい負レンズであるが、第1および第2群レンズによる温度変化に対するバックフォーカスの変動を補正すると共に、非球面化によってレンズ周辺部のパワーをもつことにより、軸外光束の上線のコマ収差を補正するレンズである。

$\frac{f_4}{f}$ が0以上になると、主として第1群レンズ、第2群レンズ、第4群レンズおよび第5群レンズに対する温度特性の条件である(4)を満足することができない。

収差が大きくなって、全系として他レンズによる球面収差の補正が困難となり、悪化する。

一方、 $\frac{f_1 + f_2}{f}$ が10以下になると、即ち

第1群レンズと第2群レンズのパワーが強くなる時、いずれのレンズも収差補正可能な非球面レンズ形状においては、第1群レンズ若しくは第2群レンズのいずれか又は両方のレンズが厚くなり、各レンズの成形性が悪くなる。

また、通常の光学的収差を補正したレンズ系において、条件(4)の温度特性を満足することが困難となる。

条件(2)は、全構成レンズ中最もパワーの強い第3群レンズの焦点距離についての条件である。

$\frac{f_3}{f}$ が1.3以上になると、即ちレンズのパワー

が弱くなると、所定の焦点距離を得るためには他の樹脂レンズのパワーが強くなって条件(4)を満足することができなくなり、収差も悪化するか又はレンズ全長が長くなって、コンパクト化に反

一方、 $\frac{f_4}{f}$ が-400以下になると、軸上光に対する球面収差の発生が大きくなる。

条件(4)は、本発明のような樹脂レンズを含む光学系において、温度変化に対する屈折率の大きな変化によって発生するバックフォーカスの変動を小さく押えるための条件である。

$f \cdot \sum_{i=1}^5 \frac{h_i^2}{V_{Ti} f_i}$ が上記条件範囲を超えると、

CRT面の加熱による温度変化によりバックフォーカスが変動して好ましくない。

〔実施例〕

以下本発明の実施例を説明する。

ここで、 r はレンズの各面の曲率半径、 d はレンズ厚又はレンズ間隔、 N は各レンズのe-lineの屈折率である。

また、非球面形状は、光軸方向をX軸とした直交座標系において、頂点近軸曲率をC、円錐定数をK、非球面係数をA_iとしたとき、

特開平3-276113(4)

$$X = \frac{C \rho^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 \rho^2}} + \sum_{i=1}^{10} A_i \rho^i$$

$$\rho = \sqrt{Y^2 + Z^2}$$

で表される回転対称非球面である。

(実施例 1)

第 1 図は本実施例の投影レンズのレンズ構成図、

第 2 図 (a) ~ (c) はその各収差図である。

$$F_{No} = 0.95 \quad f = 95.3 \quad \text{倍率} = -0.10905$$

$$\frac{f_1 + f_2}{f} = 14.646 \quad \frac{f_2}{f} = 1.210$$

$$\frac{f_4}{f} = -349.866 \quad f \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{h_i^2}{V_{Ti} f_i} = 2.533 \times 10^{-8}$$

	r	d	N
1	80.696	7.800	1.49357
2	100.112	42.155	
3	500.923	8.500	1.49357
4	-893.877	7.500	
5	74.853	27.000	1.51633
6	-260.085	6.000	
7	-822.325	5.267	1.49357

A_4	-0.317321×10^{-8}	A_4	-0.379057×10^{-8}
A_5	0.202032×10^{-7}	A_5	0.165088×10^{-8}
A_6	-0.631183×10^{-9}	A_6	-0.327584×10^{-8}
A_7	0	A_7	0
A_8	$-0.131014 \times 10^{-12}$	A_8	$-0.363609 \times 10^{-12}$
A_9	0	A_9	0
A_{10}	0.302844×10^{-14}	A_{10}	$-0.285632 \times 10^{-14}$

第 7 面

K	0
A_1	0
A_2	0.343336×10^{-8}
A_3	0
A_4	-0.390638×10^{-9}
A_5	0
A_6	$-0.442881 \times 10^{-12}$
A_7	0
A_{10}	0.116471×10^{-15}

第 9 面

K -1

第 8 面

K	0
A_1	0
A_2	0.415713×10^{-8}
A_3	0
A_4	0.137529×10^{-9}
A_5	0
A_6	$-0.682198 \times 10^{-12}$
A_7	0
A_{10}	0.195992×10^{-15}

8	-867.420	63.729	
9	-45.532	8.000	1.49357
10	∞	6.500	1.53740

(CRT フォトリソ)

11 ∞

第 1 面

K	0
A_1	0
A_2	-0.188355×10^{-8}
A_3	0
A_4	0.194021×10^{-10}
A_5	0
A_6	$-0.322359 \times 10^{-12}$
A_7	0
A_{10}	0.687992×10^{-15}

第 2 面

K	0
A_1	0
A_2	-0.242141×10^{-8}
A_3	0
A_4	-0.120931×10^{-9}
A_5	0
A_6	$-0.287164 \times 10^{-12}$
A_7	0
A_{10}	0.733197×10^{-15}

第 3 面

K	0
A_1	-0.258063×10^{-8}

第 4 面

K	0
A_1	0.360645×10^{-4}

A_1	0
A_2	-0.778382×10^{-8}
A_3	0
A_4	-0.408718×10^{-9}
A_5	0
A_6	0.322625×10^{-12}
A_7	0
A_{10}	$-0.118725 \times 10^{-15}$

(実施例 2)

第 3 図は、本実施例の投影レンズのレンズ構成図、第 4 図 (a) ~ (c) はその各収差図である。

$$F_{No} = 0.95 \quad f = 95.7 \quad \text{倍率} = -0.10905$$

$$\frac{f_1 + f_2}{f} = 24.396 \quad \frac{f_2}{f} = 1.185$$

$$\frac{f_4}{f} = -12.904 \quad f \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{h_i^2}{V_{Ti} f_i} = 2.496 \times 10^{-8}$$

	r	d	N
1	369.305	6.000	1.49154
2	-296.272	24.000	

12 ∞

特開平3-276113 (6)

第 1 面		第 2 面		第 7 面	
K	0	K	0	K	0
A _s	0	A _s	0.229719×10^{-6}	A _s	0
A _t	-0.457592×10^{-7}	A _t	0	A _t	-0.734390×10^{-6}
A _r	0	A _r	-0.273857×10^{-9}	A _r	0
A _i	-0.163138×10^{-9}	A _i	0	A _i	0
A _o	0	A _o	$-0.137596 \times 10^{-12}$	A _o	0.226403×10^{-9}
A _u	$-0.184501 \times 10^{-12}$	A _u	0	A _u	0
A _v	0	A _v	0.432234×10^{-16}	A _v	0
A _w	0.450640×10^{-16}	A _w	0	A _w	$-0.174111 \times 10^{-12}$
第 3 面		第 4 面		第 9 面	
K	0	K	0	K	-1
A _s	-0.470357×10^{-4}	A _s	0.406233×10^{-6}	A _s	0
A _t	0.286428×10^{-5}	A _t	-0.856301×10^{-6}	A _t	0.315945×10^{-6}
A _r	-0.128893×10^{-6}	A _r	0.288866×10^{-6}	A _r	0
A _i	0.135551×10^{-9}	A _i	-0.663138×10^{-9}	A _i	0
A _o	0	A _o	0	A _o	-0.240892×10^{-6}
A _u	$-0.267528 \times 10^{-12}$	A _u	0.755931×10^{-12}	A _u	0
第 10 面		第 11 面		第 12 面	
K	-0.7	K	0	K	0
A _s	0	A _s	0	A _s	0
A _t	0	A _t	0	A _t	0
A _r	0	A _r	0	A _r	0
A _i	0	A _i	0	A _i	0
A _o	0	A _o	0	A _o	0
A _u	0	A _u	0	A _u	0
A _v	0	A _v	0	A _v	0
A _w	0	A _w	0	A _w	0

A _s	0	A _t	0	7	-410.629	6.000	1.49357
A _r	0.162012×10^{-11}	A _i	0	8	2328.424	56.010	
A _o	0	A _u	0	9	-38.172	3.500	1.49357
A _u	$-0.463427 \times 10^{-15}$	A _v	0	10	-38.172	5.000	1.43664
(実施例 4)				11	∞	10.300	1.53740
第 7 図は、本実施例の投影レンズのレンズ構成図、第 8 図 (a) ~ (c) はその各収差図である。				12	∞		(CRT フィールド)

$$F_{no} = 0.95 \quad f = 96.8 \quad \text{倍率} = -0.11111$$

$$\frac{f_1 + f_2}{f} = 13.768$$

$$\frac{f_2}{f} = 1.144$$

$$\frac{f_4}{f} = -7.297 \quad f \cdot \sum_{i=1}^5 \frac{h_i^2}{V_{T_i} f_i} = 2.543 \times 10^{-3}$$

	r	d	N
1	111.961	9.000	1.49357
2	341.133	31.226	
3	-243.683	10.000	1.49357
4	-163.351	7.500	
5	81.655	28.000	1.51633
6	-170.686	4.766	

第 1 面		第 2 面	
K	0	K	0
A _s	0	A _s	0
A _t	-0.739734×10^{-6}	A _t	-0.231780×10^{-6}
A _r	0	A _r	0
A _i	0.491405×10^{-10}	A _i	$-0.944666 \times 10^{-10}$
A _o	0	A _o	0
A _u	$-0.290101 \times 10^{-12}$	A _u	$-0.186976 \times 10^{-12}$
A _v	0	A _v	0
A _w	0.583574×10^{-16}	A _w	0.415735×10^{-16}

特開平3-276113(7)

第 3 面		第 4 面		A ₁₀ -0.136395×10 ⁻¹⁶ A ₁₀ -0.136395×10 ⁻¹⁶	
K	0	K	0		
A ₁	0.106636×10 ⁻⁴	A ₁	0.106636×10 ⁻⁴		
A ₄	-0.198533×10 ⁻⁸	A ₄	-0.160179×10 ⁻⁸		
A ₅	0.811741×10 ⁻⁷	A ₅	0.811741×10 ⁻⁷		
A ₆	-0.185512×10 ⁻⁸	A ₆	-0.221770×10 ⁻⁸		
A ₇	0	A ₇	0		
A ₈	0.209989×10 ⁻¹²	A ₈	0.155113×10 ⁻¹²		
A ₉	0	A ₉	0		
A ₁₀	-0.363971×10 ⁻¹⁶	A ₁₀	-0.107308×10 ⁻¹⁶		
第 7 面		第 8 面		第 9 面	
K	0	K	0	K	-1
A ₁	0	A ₁	0	A ₁	0
A ₄	0.453720×10 ⁻⁸	A ₄	0.517961×10 ⁻⁸	A ₄	0.712268×10 ⁻⁸
A ₅	0	A ₅	0	A ₅	0
A ₆	-0.202955×10 ⁻⁸	A ₆	-0.202955×10 ⁻⁸	A ₆	-0.202086×10 ⁻⁸
A ₇	0	A ₇	0	A ₇	0
A ₈	0.276589×10 ⁻¹²	A ₈	0.276589×10 ⁻¹²	A ₈	0.108253×10 ⁻¹¹
A ₉	0	A ₉	0	A ₉	0
				A ₁₀	-0.249283×10 ⁻¹⁶
				A ₁₀	0

(実施例 5)

第 9 図は、本実施例の投影レンズのレンズ構成図、第 10 図 (a) ~ (c) はその各収差図である。

$F_{No} = 0.98$ $f = 97.8$ 倍率 = -0.11111

$\frac{f_1 + f_2}{f} = 10.225$ $\frac{f_2}{f} = 1.010$

$\frac{f_4}{f} = -2.672$ $f \cdot \sum_{i=1}^5 \frac{h_i^2}{V_{T1} f_i} = 2.241 \times 10^{-3}$				A ₁	0	A ₁	0
				A ₄	-0.307943×10 ⁻⁸	A ₄	-0.556825×10 ⁻⁸
				A ₅	0	A ₅	0
				A ₆	-0.102146×10 ⁻¹²	A ₆	0.368368×10 ⁻¹²
				A ₇	0	A ₇	0
				A ₁₀	0.300901×10 ⁻¹⁶	A ₁₀	0.131311×10 ⁻¹⁶
		第 3 面		第 4 面			
		K	0	K	0		
		A ₁	0.258171×10 ⁻⁸	A ₁	0.336623×10 ⁻⁸		
		A ₄	-0.126368×10 ⁻⁸	A ₄	-0.340649×10 ⁻⁸		
		A ₅	0.958379×10 ⁻⁷	A ₅	0.156182×10 ⁻⁶		
		A ₆	-0.271976×10 ⁻⁸	A ₆	-0.341843×10 ⁻⁸		
		A ₇	0	A ₇	0		
		A ₈	0.617276×10 ⁻¹²	A ₈	0.664800×10 ⁻¹²		
		A ₉	0	A ₉	0		
		A ₁₀	-0.923867×10 ⁻¹⁶	A ₁₀	-0.918470×10 ⁻¹⁶		
		第 7 面		第 8 面			
		K	0	K	0		
		A ₁	0	A ₁	0		
		A ₄	-0.421799×10 ⁻⁸	A ₄	-0.103306×10 ⁻⁸		

		第 1 面		第 2 面			
		K	0	K	0		
		A ₁	0	A ₁	0		
		A ₄	-0.421799×10 ⁻⁸	A ₄	-0.103306×10 ⁻⁸		

特開平3-276113 (8)

$A_1 = 0$	$A_1 = 0$
$A_2 = 0.521323 \times 10^{-8}$	$A_2 = 0.610109 \times 10^{-8}$
$A_3 = 0$	$A_3 = 0$
$A_4 = -0.272657 \times 10^{-8}$	$A_4 = -0.258818 \times 10^{-8}$
$A_5 = 0$	$A_5 = 0$
$A_6 = 0.840512 \times 10^{-11}$	$A_6 = 0.902711 \times 10^{-11}$
$A_7 = 0$	$A_7 = 0$
$A_8 = -0.100813 \times 10^{-11}$	$A_8 = -0.913978 \times 10^{-11}$

6図(a)、(b)および(c)、第6図(a)、(b)および(c)、第8図(a)、(b)および(c)並びに第10図(a)、(b)および(c)はそれぞれ本発明の実施例1～5の各投影レンズの球面収差図、非点収差図および歪曲収差図である。

特許出願人 セキノス株式会社
代理人 弁理士 斎藤 英 晴

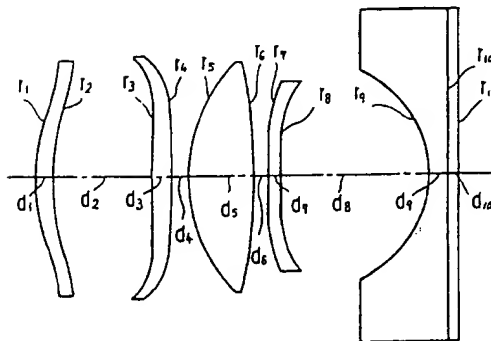
[発明の効果]

以上のように、本発明の投影レンズによれば、広角かつコンパクトで、 $F_{\#0} \leq 1.0$ であって非常に明るく、温度変化によるバックフォーカスの変動が少なく、結像性能が極めて高く、幾何光学的収差等の光学的性能が良好となる。

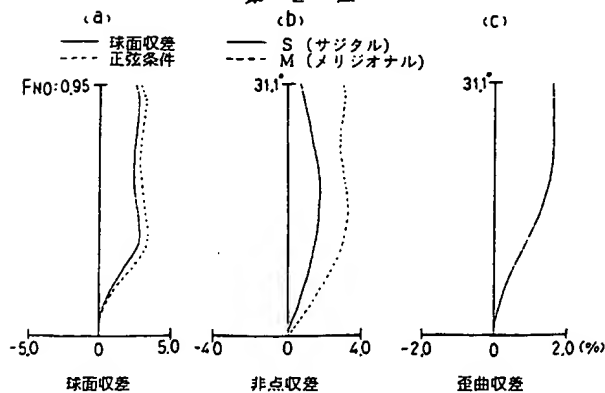
4. 図面の簡単な説明

第1図、第3図、第5図、第7図および第9図はそれぞれ本発明の実施例1～5の投影レンズを示すレンズ構成図、第2図(a)、(b)および(c)、第4図(a)、(b)および(c)、第

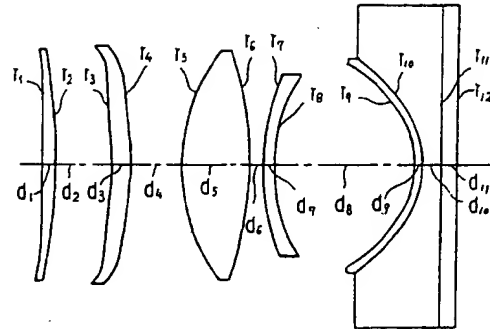
第 1 図



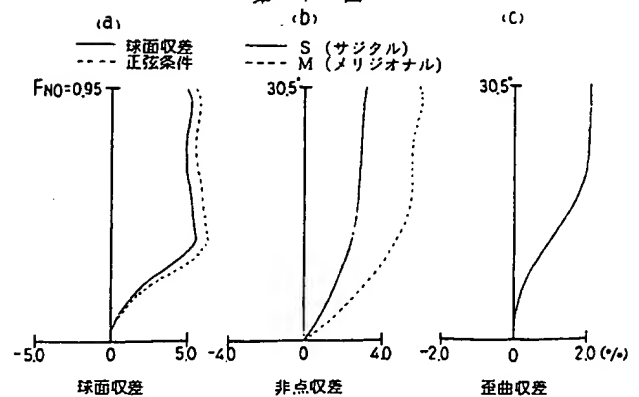
第 2 図



第 3 図

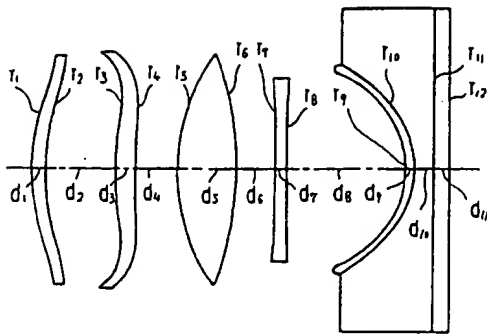


第 4 図

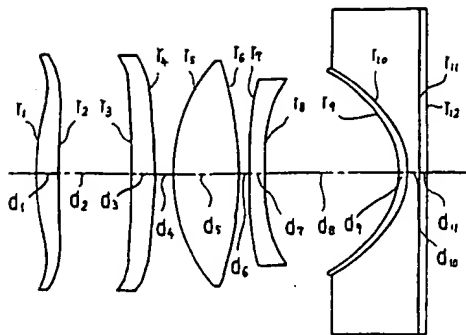


特開平3-276113 (9)

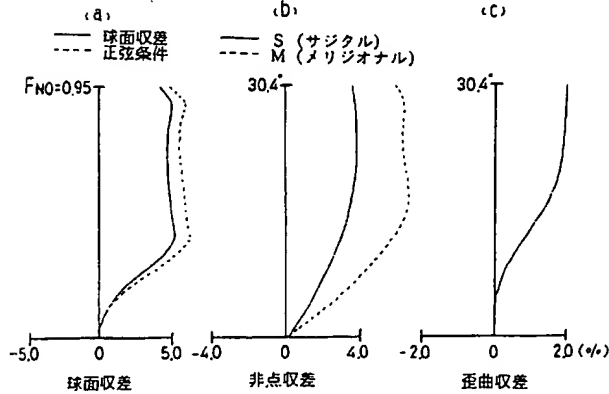
第 5 図



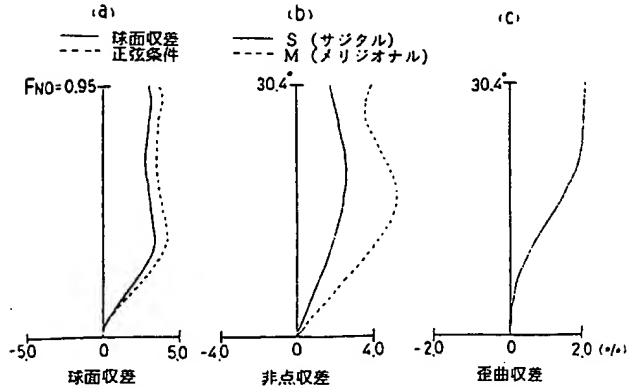
第 7 図



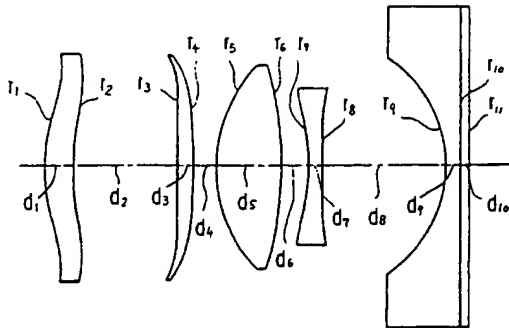
第 6 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

